



①⑨ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

①② Patentschrift
①⑩ DE 195 37 812 C 1

⑤① Int. Cl.⁶:
B 25 F 5/00
B 23 P 15/26
G 02 B 23/24
G 01 B 11/26
B 23 Q 11/00

②① Aktenzeichen: 195 37 812.1-15
②② Anmeldetag: 11. 10. 95
④③ Offenlegungstag: —
④⑤ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 30. 1. 97

DE 195 37 812 C 1

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑦③ Patentinhaber:
Richard Wolf GmbH, 75438 Knittlingen, DE

⑦④ Vertreter:
H. Wilcken und Kollegen, 23552 Lübeck

⑦② Erfinder:
Diener, Jörg, 75438 Knittlingen, DE

⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE 42 41 767 C1
DE 35 16 164 A1
DE 28 47 561 A1

⑤④ Instrument zum Bearbeiten der Oberfläche von Teilen in technischen Hohlräumen

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung betrifft ein Instrument, wie ein Technoskop, zum Bearbeiten der Oberfläche von z. B. Triebwerksschaufeln in normalerweise unzugänglichen Hohlräumen, etwa mit einem Bearbeitungswerkzeug unter gleichzeitig möglicher Betrachtung des Bearbeitungsortes mit einer Optik, bestehend aus einem Instrumentenschaft, an dem distal ein Kopf angelenkt ist, der das Werkzeug trägt und der relativ zur Längsachse des Instrumentes schwenkbar ist. Um die Möglichkeit zu schaffen, daß mit diesem Instrument Schäden an den zu bearbeitenden Oberflächen ausgemessen werden können, ist am Instrumentenkopf ein mit diesem in das Blickfeld der Optik schwenkbares Meßwerkzeug mit einer Meßschablone anbringbar. Das Meßwerkzeug kann in einfacher Weise statt eines Bearbeitungswerkzeuges am Kopf des Instrumentes angebracht werden. Allerdings kann die Meßschablone auch unmittelbar am Bearbeitungswerkzeug angeordnet sein.

DE 195 37 812 C 1

Die Erfindung geht aus von einem Instrument zum Bearbeiten der Oberfläche von Teilen in technischen Hohlräumen mit einem Werkzeug unter gleichzeitig möglicher Betrachtung des Bearbeitungsortes mit einer Optik, bestehend aus einem Schaft, an dem distal ein Kopf angelenkt ist, der das Werkzeug trägt und relativ zur Längsachse des Instrumentenschaftes verschwenkbar ist.

Mit Hilfe solcher auch Technoskop oder Boreskop genannter Instrumente ist es möglich, Reparaturen beispielsweise an Triebwerksschaufeln von Turbinentriebwerken durchzuführen, ohne eine zeit- oder kostenintensive Zerlegung des Triebwerkes vornehmen zu müssen. Zu diesem Zweck weisen die Turbinengehäuse aller Hersteller Inspektionsöffnungen auf, durch die solche endoskopischen Instrumente in das Gehäuse einführbar sind, so daß es möglich wird, kleinere Beschädigungen, z. B. Einschläge an den Vorder- oder Hinterkanten der Triebwerksschaufeln, zu bearbeiten.

Ein Instrument der vorerwähnten Art mit abwinkelbarem Kopf zur Aufnahme eines Werkzeuges, welches auch bei hoher Arbeitsintensität präzise führbar ist, ist aus der DE-C-42 41 767 bekannt. Bei diesem Instrument ist es möglich, einen Instrumentenkopf mit einem passenden Werkzeug zu bestücken und sodann dieses Werkzeug gekoppelt mit dem Instrument über eine Inspektionsöffnung im Turbinengehäuse an den Ort der Beschädigung zu bringen. Insbesondere kann bei diesem Instrument der Instrumentenkopf aus der gestreckten Lage — d. h. die Werkzeugachse stimmt mit der Instrumentenachse überein — in eine von dieser Lage abweichende Stellung verschwenkt werden. Hierdurch sind enge Abwinkelungen erreichbar und damit Beschädigungen an Vorder- und Hinterkanten von beispielsweise sehr kleinen Triebwerksschaufeln oder auch sehr nahe am Gehäuse liegenden Beschädigungen an der Spitze von Triebwerksschaufeln bearbeitbar.

Aufgrund des hohen Aufwandes bei der Reparatur von Triebwerksbeschädigungen durch Aus- und Einbau bzw. Zerlegen des Turbinentriebwerkes sind Triebwerkshersteller, Fluglinien und Service-Maintenance-Betriebe bestrebt, in geschlossenen Triebwerken die Triebwerksschaufeln durch Inspektionslöcher mechanisch zu bearbeiten. Von den Triebwerksherstellern sind allerdings Grenzen festgelegt, in welchen Größenordnungen sich solche Schäden bewegen dürfen, damit noch eine Reparatur mit z. B. Schleifwerkzeugen erfolgen kann, bzw. es ist auch festgelegt, bei welchem Ausmaß von Beschädigungen die Triebwerksschaufeln ausgetauscht werden müssen.

Es ist daher notwendig, vor der Bearbeitung die Beschädigungen auszumessen, um dann entscheiden zu können, ob noch eine Reparatur durch Nachbearbeiten erfolgen kann. Ist dies der Fall, so wird die Reparatur beispielsweise mit dem eingangs beschriebenen Instrument durchgeführt, wobei je nach vorliegendem Schaden unterschiedliche Werkzeuge am distalen Kopf des Instrumentes angebracht werden können. Nach erfolgter Bearbeitung muß erneut nachgemessen werden, ob die von den Triebwerksherstellern festgelegten Limits noch eingehalten werden oder möglicherweise durch zu viel Materialabtrag der Schaden größer geworden ist und nicht mehr innerhalb der vorgegebenen Toleranzen liegt, so daß die Triebwerksschaufel nun doch noch ausgetauscht werden muß.

Eine bekannte Vorrichtung zum Messen von Objekt-

längen unter Beobachtung durch ein Endoskop nach DE-A-28 47 561 weist eine starre oder flexible Meßsonde und proximal einen an einen Projektor anschließbaren Lichtleiter auf. Das Projektionslicht strahlt distal durch eine mit einem Meßmuster versehene, durchsichtige Meßplatte und danach durch ein Objektiv mit kleiner Projektionstiefenschärfe. Anhand der Projektion des Meßmusters auf beispielsweise eine Beschädigung oder einen Riß kann dessen Größe abgeschätzt werden.

Aus der DE-A-35 16 164 ist ein Adapter zur optischen Längenmessung bekannt, der lösbar an einem vorderen Endteil eines Einführsstutzens eines Endoskopes befestigt werden kann. Der Adapter enthält eine optische Anordnung zum Ändern des Sichtfeldes und einen Index, der an einer optischen Projektionsanordnung befestigt ist. Der Adapter gestattet die Längenmessung eines Objektes, indem der Index auf die Ebene projiziert wird, die das zu vermessende Objekt enthält.

Bei diesen Vorrichtungen muß das abgelesene Maß, jeweils unter Berücksichtigung der Objektstände bzw. der Vergrößerung der Optik, in das reale Maß umgerechnet werden, wodurch neben den leicht möglichen Ablesefehlern eine weitere Fehlerquelle vorgegeben ist.

Es ist weiterhin als Nachteil anzusehen, daß bei Vermessung mit solchen Vorrichtungen und anschließender Bearbeitung der Beschädigungen zwei Instrumente für die Bearbeitung benötigt werden bzw. das Bearbeitungsinstrument mit Meßaufsätzen oder Projektionsvorrichtungen nach den Lösungen des Standes der Technik zusätzlich ausgerüstet werden müßte, was beispielsweise im Falle der Verwendung von Adaptern auch dazu führen könnte, daß das Instrument zur Oberflächenbearbeitung nicht mehr bestimmungsgemäß einzusetzen wäre.

Es ist daher Aufgabe der Erfindung, eine Möglichkeit anzugeben, wie das eingangs beschriebene Instrument zur Oberflächenbearbeitung mit einfachen Mitteln und auf einfache Art und Weise so ausgebildet werden kann, daß mit diesem Instrument Schäden an z. B. Triebwerksschaufeln in Turbinentriebwerken unmittelbar ausgemessen werden können.

Zur Lösung dieser Aufgabe ist das eingangs erwähnte Instrument durch eine in das Blickfeld der Optik schwenkbare Meßschablone gekennzeichnet. Diese wird zusammen mit dem Instrumentenkopf verschwenkt und kann so an der zu bearbeitenden Stelle der Oberfläche angelegt oder zumindest in deren Nähe gebracht werden, so daß sowohl die Meßschablone als auch der Bearbeitungsort gleichzeitig über die Optik des Instrumentes betrachtet und die Abmessungen eines Schadens vom Anwender des Instrumentes direkt unter Sicht mittels der geeichten Meßschablone ausgemessen werden können.

Die Meßschablone kann an einem gesonderten Meßwerkzeug vorgesehen sein, welches gegen das Bearbeitungswerkzeug ausgetauscht werden kann, zu welchem Zweck beide Werkzeuge übereinstimmende Mittel zu ihrer Befestigung am Kopf des Instrumentes aufweisen.

Im übrigen besteht auch die Möglichkeit, die Meßschablone unmittelbar am Bearbeitungswerkzeug anzubringen, so daß sich ein kombiniertes Bearbeitungs- und Meßwerkzeug ergibt, mit dem sowohl ein Schaden bearbeitet als auch vermessen werden kann.

Weitere vorteilhafte Merkmale des erfindungsgemäßen Instrumentes sind in den Unteransprüchen angegeben und werden nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen beschrieben.

Es zeigen:

Fig. 1 das distale Ende eines Instrumentes nach der Erfindung mit daran angebrachtem Bearbeitungswerkzeug in teilweisem Schnitt,

Fig. 2 im wesentlichen die Darstellung nach Fig. 1 mit einer ersten Ausführungsform eines erfindungsgemäßen Meßwerkzeuges,

Fig. 3 eine Draufsicht in Richtung III-III der Fig. 2,

Fig. 4 das Meßwerkzeug nach den Fig. 2 und 3 in Anwendung,

Fig. 5a bis 5d verschiedene vorteilhafte Ausgestaltungen von Meßschablonen,

Fig. 6 und Fig. 7 Ausführungsformen des Bearbeitungswerkzeuges mit daran fest angebrachter Meßschablone,

Fig. 8 eine Draufsicht auf das Ende des kombinierten Bearbeitungs- und Meßwerkzeuges nach Fig. 6 in Blickrichtung VIII,

Fig. 9 eine Draufsicht auf das Ende des kombinierten Bearbeitungs- und Meßwerkzeuges nach Fig. 7 in Blickrichtung IX,

Fig. 10 eine weitere Ausführungsform eines kombinierten Bearbeitungs- und Meßwerkzeuges und

Fig. 11 und 12 Seitenansichten von abwinkelbaren Meßwerkzeugen.

Wie man der Fig. 1 entnimmt, weist das erfindungsgemäße Instrument einen rohrförmigen Schaft 1 mit einem an dessen distalem Ende angebrachten und mit einem auswechselbaren Bearbeitungswerkzeug 3 bestückbaren Instrumentenkopf 2 auf.

Der Schaft 1 hat einen Kanal 4, der bis in die Nähe des distalen Schaftendes reicht und einem eine Optik aufnehmenden Technoskopschaft 5 zur Führung dient. Im Endbereich des Technoskopschaftes 5 ist ein seitliches Fenster 6 vorgesehen, welches im Falle eines starren Technoskops dem freien Ausblick einer Seitblickoptik dient und bei Verwendung eines flexiblen Technoskops mit steuerbarer Spitze als Austrittsöffnung dient. Das Instrument weist Verstellmittel 7 auf, die an dem Instrumentenkopf 2 angelenkt sind und zum Verschieben des Instrumentenkopfes 2 mit daran festgelegtem Bearbeitungswerkzeug 3 aus einer Einführungsstellung in die dargestellte Arbeitsstellung dienen, wie es aus der DE-C-42 41 767 bekannt ist.

Im Instrumentenkopf 2 ist eine in Kugel- und Gleitlagern 8, 8' über eine Lagerbüchse 10 abgestützte Spindel 11 gelagert, deren Achse mit der Längsachse des Instrumentenkopfes 2 zusammenfällt. Distalseitig ragt die Spindel 11 aus dem Instrumentenkopf 2 heraus und endet dort in einem Gewindezapfen 12, der zur Befestigung des jeweiligen Bearbeitungswerkzeuges 3 dient. Der Antrieb des Bearbeitungswerkzeuges 3 erfolgt in bekannter Weise durch einen nicht dargestellten, proximalseitig sitzenden Motor, wobei die Kraftübertragung über einen endlosen Riemen 13 erfolgt, der über eine Riemenscheibe 14 die Spindel 11 antreibt.

Am z. B. als Kegelfräser ausgebildeten Bearbeitungswerkzeug 3 ist am proximalen Ende seines Werkzeugschaftes 19 ein Kopf 15 so ausgebildet, daß dieser ein erstes Innengewinde aufweist, das mit einem Außengewinde am distalen Ende der Lagerbüchse 10 korrespondiert und auf diese geschraubt werden kann. Außerdem ist der Kopf 15 mittels eines zweiten Innengewindes auf den Gewindezapfen 12 der Spindel 11 geschraubt.

Wie anhand der Fig. 2 erkennbar ist, ist das Bearbeitungswerkzeug 3 nach Fig. 1 durch ein Meßwerkzeug 16 ersetzt worden. Auch das Meßwerkzeug 16 weist am proximalen Ende eines Werkzeugschaftes 19 einen

Kopf 17 auf, der entsprechend dem vorbeschriebenen Kopf 15 ausgebildet ist und deshalb auch am Gewindezapfen 12 der Spindel 11 angeschraubt werden kann. Durch diese Schraubverbindung können Bearbeitungswerkzeuge 3 und Meßwerkzeuge 16 leicht gegeneinander ausgetauscht werden. Der distale Endteil des Meßwerkzeuges 16 weist beispielsweise, wie aus Fig. 3 erkennbar, ein Schachbrettmuster auf und bildet eine Meßschablone 18.

Die Anwendung des erfindungsgemäßen Instrumentes wird nachstehend anhand der Fig. 4 erläutert und ist prinzipiell für alle nachfolgend noch beschriebenen Meßwerkzeugausführungsformen dieselbe.

Die Fig. 4 zeigt das distale Ende eines erfindungsgemäßen Instrumentes, welches durch eine Inspektionsöffnung 9 eines Gehäuses 20 eines Turbinentriebwerkes eingeführt ist. Das Instrument befindet sich bereits in Meßposition, und die Meßschablone 18 des Meßwerkzeuges 16 liegt am Ort einer Beschädigung 22 einer Triebwerksschaufel 23.

Das Instrument wurde vorher zunächst mit dem Meßwerkzeug 16 außerhalb des Turbinentriebwerkes bestückt und sodann durch die Inspektionsöffnung 9 in das Gehäuse 20 in Einführstellung, d. h. mit gestrecktem Instrumentenkopf 2 und gestrecktem Meßwerkzeug 16 eingeführt. Dann wurde der Instrumentenkopf 2 abgewinkelt und somit das Meßwerkzeug 16 in das Blickfeld der Beobachtungsoptik geschwenkt und mit seiner Meßschablone 18 neben der Beschädigung 22 an die Triebwerksschaufel 23 angelegt. Mit der Meßschablone 18 mit geeichter Teilung kann nunmehr die Beschädigung 22 optimal vermessen werden und anhand der Herstellervorgaben entschieden werden, ob eine lokale Reparatur möglich ist oder die Triebwerksschaufel 23 komplett erneuert werden muß. Kann eine Bearbeitung erfolgen, so wird das Instrument in mit dem Schaft 1 fluchtender Position des Instrumentenkopfes 2 und des Meßwerkzeuges 16 durch die Inspektionsöffnung 9 aus dem Turbinentriebwerk entfernt, das Meßwerkzeug 16 durch ein Bearbeitungswerkzeug 3 ersetzt und das Instrument in bekannter Art und Weise wieder eingeführt.

Nach der Bearbeitung kann analog zum beschriebenen Vorgehen zwischen Bearbeitungswerkzeug 3 und Meßwerkzeug 16 wieder zurückgetauscht und, wie bereits erwähnt, erneut gemessen und über den Reparaturserfolg entschieden werden.

Schäden an Triebwerksschaufeln 23 können nicht nur an Kanten auftreten, sondern auch flächenhaft, z. B. durch Schmelzschäden am Metall, sein, oder es können sich Risse 24 gebildet haben. Die Vermessung und Bearbeitung dieser Beschädigungen erfolgt ebenfalls wie beschrieben, es können jedoch andere Meßwerkzeuge erforderlich sein. Den Fig. 5a bis 5d sind verschiedenartige Meßwerkzeuge bzw. Meßschablonen 25, 26, 27 und 28 an deren distalen Enden entnehmbar.

Die Meßschablone 25 bildet eine Abwandlung der Meßschablone 18 und trägt im wesentlichen auch ein schachbrettartiges Muster 25a als Meßskala. Bei dieser Ausführungsform ist jedoch ein Rand mit Zacken 25b und Ausnehmungen 25c versehen. Dieses Meßwerkzeug kann grundsätzlich zur Längen- und Flächenmessung eingesetzt werden. Darüber hinaus können aber auch Rißtiefen abgeschätzt werden. Auch bei schräg verlaufenden Rissen kann diese Ausführungsform vorteilhaft sein, da beispielsweise der Riß nicht stellenweise verdeckt wird, weil er etwa abschnittsweise unter die Meßschablone 25 läuft, sondern durch die Ausneh-

mungen 25c und Zacken 25b immer wieder sichtbar wird, deren Länge und Breite z. B. 1mm betragen kann.

Die Meßschablonen 26, 27 nach den Fig. 5b und 5c weisen Bohrungen 29 oder Radien 30 jeweils unterschiedlicher geeichter Größe auf und werden besonders vorteilhaft zur Vermessung rundlicher Einschlüsse und von Flächenfehlern eingesetzt. Auch Längenmessungen sind hiermit möglich.

Die Meßschablone 28 der Fig. 5d schließlich trägt eine Gradeinteilung 31 und wird insbesondere zur Messung von Winkeln z. B. zwischen sich kreuzenden Rissen oder zur Vermessung anderer Schäden Verwendung finden. Selbstverständlich kann eine Meßschablone auch eine Kombination zweier oder mehr Einteilungen, Skalen und Konfigurationen gemäß den Fig. 5a bis 5d aufweisen.

Es kann auch von Vorteil sein, bei speziellen Schäden eine Kombination aus Bearbeitungs- und Meßwerkzeug vorzusehen. Die Fig. 6 bis 10 zeigen solche Bearbeitungswerkzeuge 32, 33 und 34. Wie aus der Draufsicht nach den Fig. 8 und 9 erkennbar ist, tragen die Bearbeitungswerkzeuge 32, 33 auf der Oberseite Meßschablonen 35, 36 in Form von Meßskalen. Diese Bearbeitungswerkzeuge 32, 33 sind vor allem zum Vermessen und Bearbeiten rundlicher Randbeschädigungen, wie bei der Beschädigung 22 in Fig. 4, vorteilhaft einzusetzen, da die Skala direkt in den Schaden eingelegt werden kann. Wie Fig. 6 und 7 weiter zeigen, können die Skalen eben oder erhaben ausgebildet sein.

Das Bearbeitungswerkzeug 34 nach Fig. 10 unterscheidet sich von den vorher beschriebenen Ausführungsformen dadurch, daß die jeweilige Meßschablone 35, 36 bzw. Meßskala auf einem Träger 37 angebracht ist, welcher auf dem Werkzeugschaft 19 des Bearbeitungswerkzeuges 34 längsverschieblich ist, wie durch den Pfeil A in Fig. 10 angedeutet ist, und auf dem Werkzeugschaft 19 festlegbar ist, beispielsweise mit einer Schraube 38.

Die Fig. 11 und 12 zeigen Meßwerkzeuge 39 und 40, die besonders zur Vermessung von Schäden auf geneigten oder unebenen Flächen ausgebildet sind. Bei diesen Meßwerkzeugen 39, 40 ist ein Meßskalenträger (Meßschablone 41) distal angeordnet und zur Achse des Instrumentenkopfes 2 des Instrumentes ablenkbar angeordnet. Hierzu ist beim Meßwerkzeug 39 der Meßskalenträger durch ein Gelenk 42 mit dem Werkzeugschaft 19 verbunden. Beim Meßwerkzeug 40 gemäß Fig. 12 ist der Werkzeugschaft 19 auf einem kurzen distalen Stück flexibel bzw. halbflexibel ausgebildet, so daß der Meßskalenträger sich nach allen Richtungen schrägen Flächen anpassen kann.

In weiterer Ausgestaltung können die Meßskalenträger 41, die selbst Meßschablonen bilden oder solche tragen, aus elastischem Material hergestellt sein, wodurch sie sich konkaven oder konvexen Oberflächen anpassen können. Auch eine Fertigung aus transparenten Materialien oder mit teilweise transparenten Flächen kann insbesondere in Verbindung mit dem Träger 37 nach Fig. 10 vorteilhaft sein, da durch ihre Transparenz auch große Meßschablonen die Sicht auf das Bearbeitungswerkzeug und den Bearbeitungsort nicht beeinträchtigen würden. Außerdem würden grundsätzlich Beschädigungen und Risse nicht durch den Skalenträger bzw. die Schablonenteilungen verdeckt werden.

Im übrigen können anstelle der Meßskalenträger auch z. B. Schleifscheiben am Werkzeugschaft 19 angebracht sein, die wie bei den Fig. 6 bis 9 auf der dem Werkzeugschaft 19 zugewandten Seite mit einer Meß-

schablone 35, 36 versehen sind, so daß das Bearbeitungswerkzeug 32, 33 sowohl zum Bearbeiten als auch zum Messen geeignet ist.

Ferner können bei Ausführungsformen des Meßwerkzeuges 16, 39, 40 gemäß der Fig. 2 bis 5 und 11 bis 12 bzw. des Bearbeitungswerkzeuges 34 gemäß Fig. 10 lichttransparente Abschnitte eventuell abwechselnd mit undurchsichtigen Abschnitten vorgesehen sein.

Im übrigen können die Skalen oder Meßschablonen 18, 25 bis 28, 41 der Meßwerkzeuge 16, 39, 40 in einem bestimmten Maßstab, zum Beispiel in mm, Inch oder auch Grad, geeicht und entsprechend beschriftet sein.

In weiterer vorteilhafter Ausgestaltung kann vorgesehen sein, eine Meßschablone 18, 25 bis 28, 41 dergestalt mit dem Bearbeitungswerkzeug 3 oder dem Instrumentenkopf 2 zu koppeln, daß bei Verschwenken des Bearbeitungswerkzeuges 3 aus der Arbeitsstellung die Meßschablone 18, 25 bis 28, 41 in das Blickfeld gelangt.

Durch eine solche Kombination ist ebenfalls der Wechsel zwischen Bearbeitungswerkzeug 3 und Meßschablone 18, 25 bis 28, 41, wie auch schon durch die Ausführungsformen nach den Fig. 6 bis 10, entbehrlich.

Patentansprüche

1. Instrument zum Bearbeiten der Oberfläche von Teilen in technischen Hohlräumen mit einem Bearbeitungswerkzeug (3, 32–34) unter gleichzeitig möglicher Betrachtung des Bearbeitungsortes mit einer Optik, bestehend aus einem Schaft (1), an dem distal ein Instrumentenkopf (2) angelenkt ist, der das Bearbeitungswerkzeug (3, 32–34) trägt und relativ zur Längsachse des Schaftes (1) verschwenkbar ist, gekennzeichnet durch eine in das Blickfeld der Optik schwenkbare Meßschablone (18, 25–28, 35, 36, 41).
2. Instrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein Meßwerkzeug (16, 39, 40) mit der Meßschablone (18, 25–28, 41) ausgestattet ist und daß das Bearbeitungswerkzeug (3) gegen das Meßwerkzeug (16, 39, 40) austauschbar ist.
3. Instrument nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Meßwerkzeug (16, 39, 40) am proximalen Ende eines Werkzeugschaftes (19) einen Kopf (17) aufweist, der mit einem am Instrumentenkopf (2) befestigbaren Kopf (15) des Bearbeitungswerkzeuges (3) übereinstimmt.
4. Instrument nach einem der Ansprüche 2 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (18, 25–28) am distalen Ende des Werkzeugschaftes (19) des Meßwerkzeuges (16) in einer Ebene senkrecht zur Längsachse des Werkzeugschaftes (19) vorgesehen ist.
5. Instrument nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (41) am distalen Ende des Werkzeugschaftes (19) des Meßwerkzeuges (39) schwenkbar gelagert ist.
6. Instrument nach einem der Ansprüche 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Werkzeugschaft (19) des Meßwerkzeuges (40) flexibel ausgebildet ist.
7. Instrument nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (35, 36) am Werkzeugschaft (19) des Bearbeitungswerkzeuges (32–34) angebracht ist.
8. Instrument nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (35, 36) verschiebbar am Werkzeugschaft (19) des Bearbeitungs-

werkzeuges (32—34) angebracht ist.

9. Instrument nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (35, 36) fest am Werkzeugschaft (19) des Bearbeitungswerkzeuges (32—34) angebracht ist.

5

10. Instrument nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (35, 36) zumindest in Teilbereichen transparent ist.

11. Instrument nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (18, 25, 35) ein flächiges, schachbrettartiges Muster (25a) von orthogonal zueinander stehenden Streifen im festen gegenseitigen Abstand aufweist.

10

12. Instrument nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (26, 27) kreis- oder halbkreisförmige Ausschnitte (Bohrungen (29)/Radien (30)) mit verschiedenen Radien zur Messung von Kreisbögen und Durchmessern aufweist.

15

13. Instrument nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (26) kreisförmige Durchbrüche in einer quadratischen Scheibe aufweist.

20

14. Instrument nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (27) halbkreisförmige Ausschnitte verschiedener Radien (30) an den peripheren Außenkanten einer rechteckigen Scheibe aufweist.

25

15. Instrument nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (28) als kreisförmige Scheibe mit einer Gradeinteilung (31) ausgebildet ist.

30

16. Instrument nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (18, 25—28, 35, 36, 41) abwechselnd lichtreflektierende und -absorbierende Abschnitte aufweist.

35

17. Instrument nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßschablone (18, 25—28, 35, 36, 41) flexibel ist.

40

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

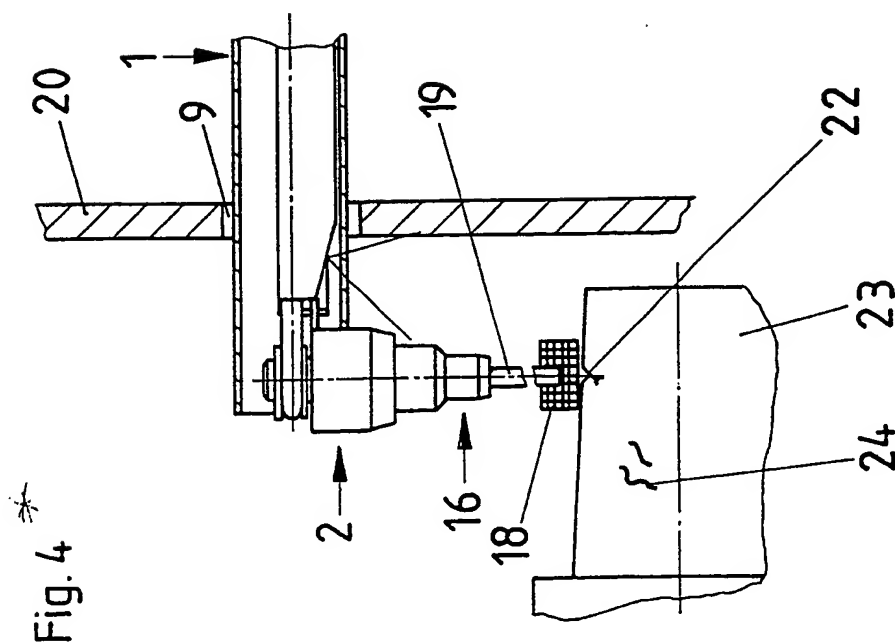
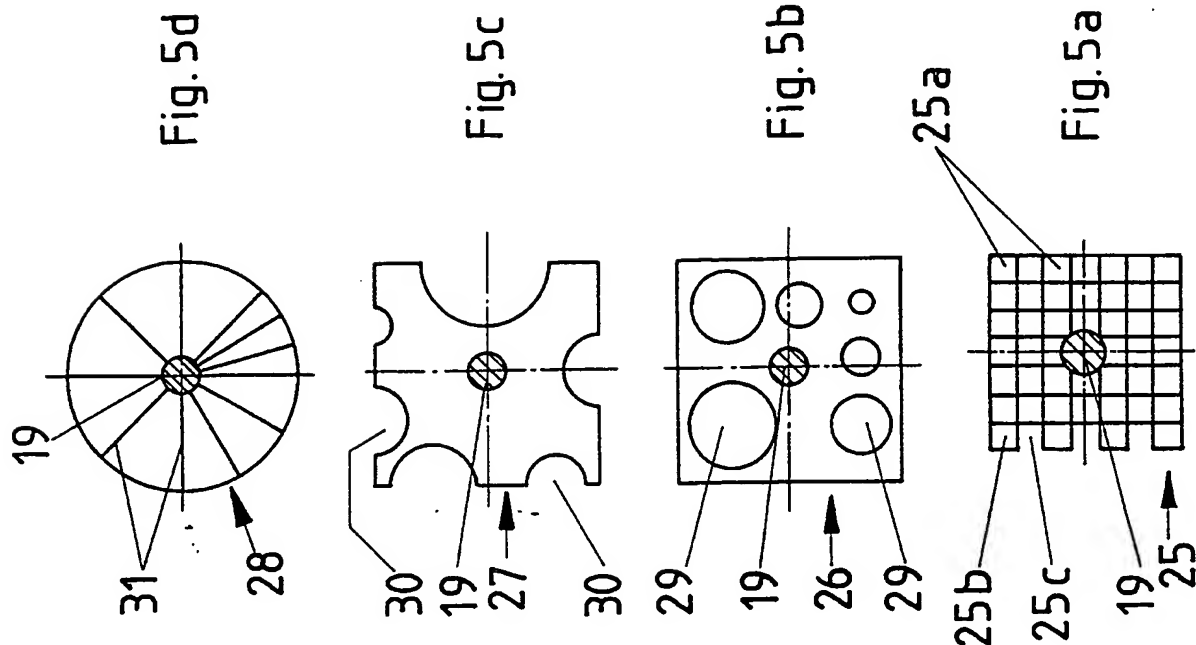
45

50

55

60

65



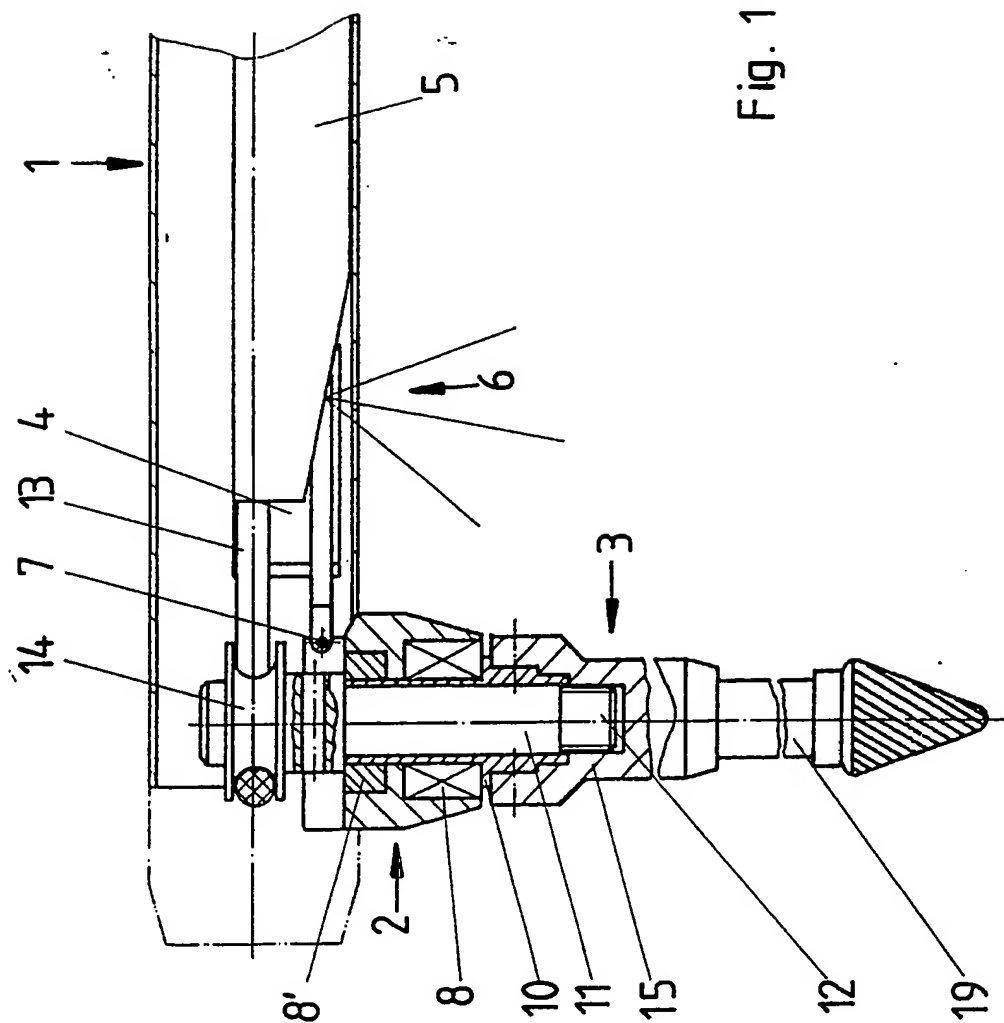


Fig. 1

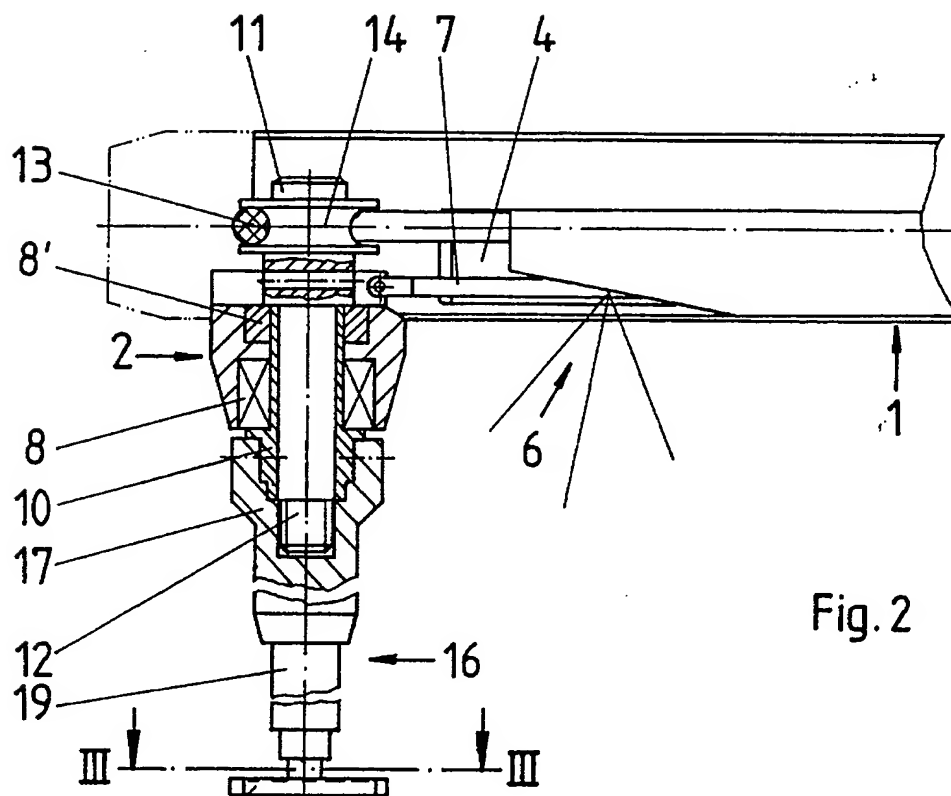


Fig. 2

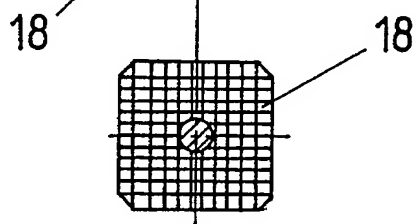


Fig. 3

Fig. 7

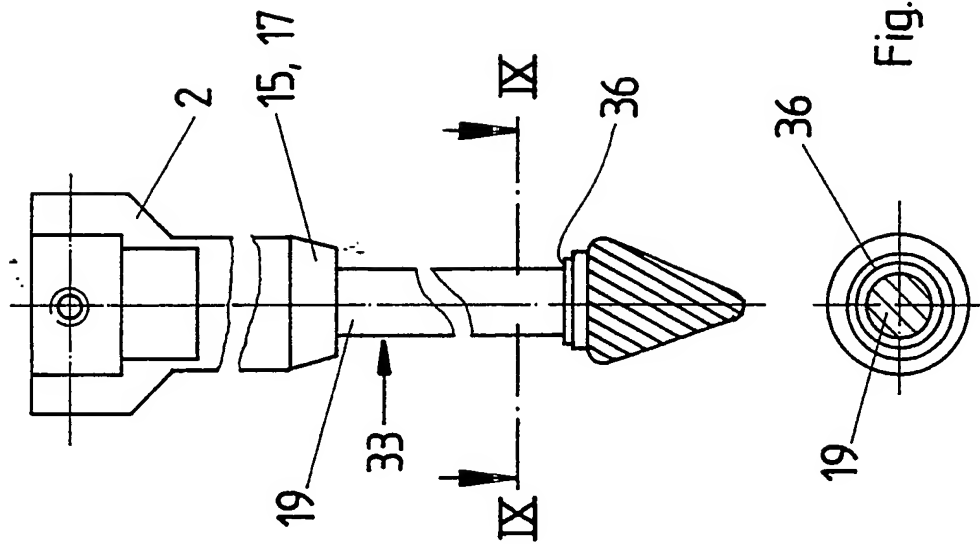


Fig. 6

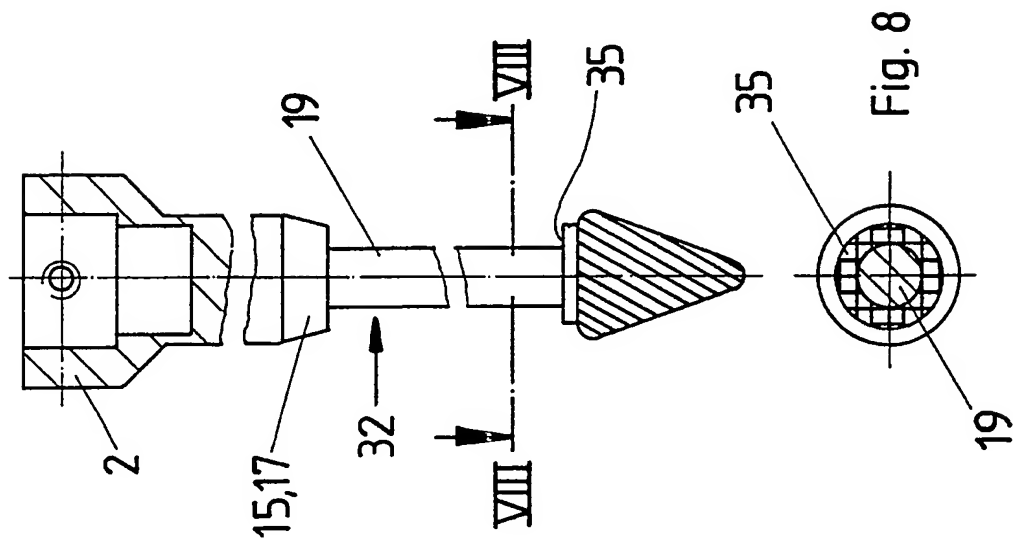


Fig. 8

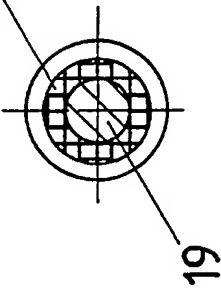
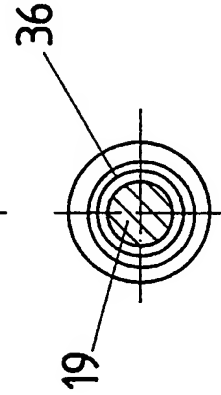


Fig. 9



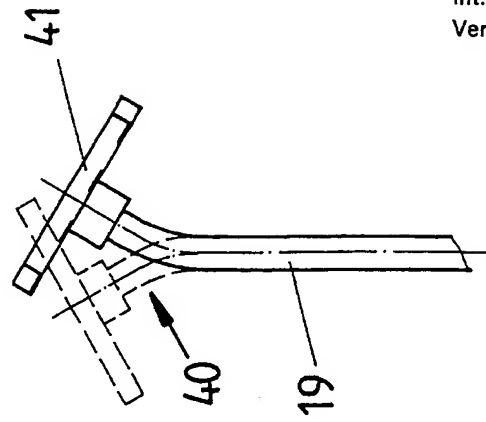


Fig. 12

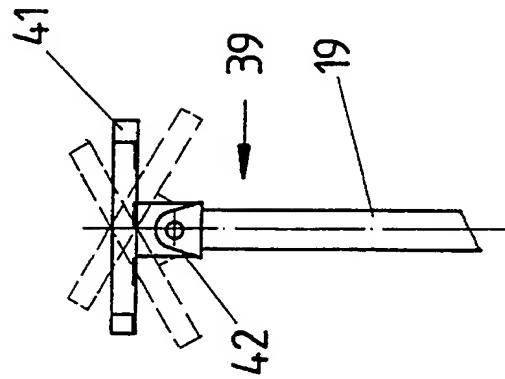


Fig. 11

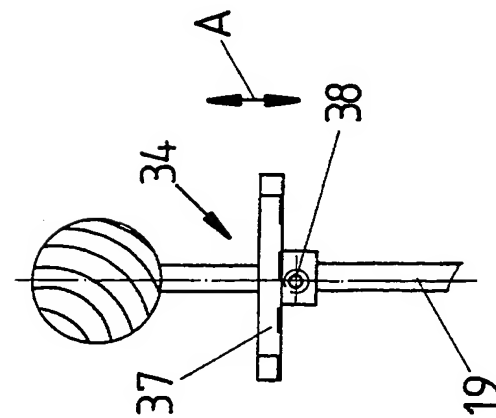


Fig. 10